นิพนธ์ต้นฉบับ

สัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และการเพาะเห็ด *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Gray

วราพร ไชยมา[1] วสันณ์ เพชรรัตน์[2] และ พัลลภา กฤษณีไพบูลย์[3]

Abstract

Chaiyama, V., Petcharat, V. and Kritsaneepaiboon, P.

Some morphological and physiological aspects and cultivation of *Coprinus comatus* (O. F. Müll.) Gray

Songklanakarin J. Sci. Technol., 2007, 29(2) : 261-274

Some morphological and physiological aspects and cultivation of *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Gray were investigated. Malt extract agar turned out to be the best in supporting the mycelial growth of *C. comatus*. Mannose and maltose were the best carbon sources in supporting mycelial growth. *C. comatus* utilized peptone and NH_4NO_3 better than other nitrogen sources. The optimum temperature and pH on malt extract agar were 25°C and 6, respectively. Light retarded mycelial growth of *C. comatus*.

For cultivation, the method of growing mushroom in autoclavable plastic bags was applied. Three different combinations of agricultural products were used for growing *C. comatus*. The combination of pararubber sawdust : kapok waste : boiled sorghum seeds (3:3:1 by volume) supported higher yields of basidiocarps. Time required for full colonization of the mycelia on 500 gm substrate at room temperature (28-30°C) was 20.3 days. After casing with the mixed soil (loam soil : rice husk : cow manure, 2:2:1) the cultivating bags were incubated in the growth chamber at 20°C and 65% relative humidity. Fructification began after 20.6 days of watering, and the average yield obtained was 165.6 g/bag.

Key words : *Coprinus comatus*, cultivation

Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand.

[1]M.Sc. (Plant Pathology) [2]Ph.D (Plant Pathology) รองศาสตราจารย์ [3]M.S. (Plant Pathology) รองศาสตราจารย์ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding e-mail: vasun.p@psu.ac.th

รับต้นฉบับ 24 เมษายน 2549 รับลงพิมพ์ 12 ตุลาคม 2549

บทคัดย่อ

วราพร ไชยมา วสันณ์ เพชรรัตน์ และ พัลลภา กฤษณีไพบูลย์

สัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และการเพาะเห็ด *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Gray

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2550 29(2) : 261-274

ได้ศึกษาการเจริญของเห็ด *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Gray พบว่าเส้นใยเห็ดสามารถเจริญได้ดีที่สุดบนอาหาร MEA และเชื้อเห็ดสามารถใช้น้ำตาลแมนโนส และมัลโตส เป็นแหล่งคาร์บอนได้ดีที่สุด ส่วนแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับเห็ดชนิดนี้คือ เปปโตน และแอมโมเนียมไนเตรต บนอาหาร MEA เจริญได้ดีที่สุดที่ระดับ พี เอช 6 และที่อุณหภูมิ 25°C นอกจากนั้นยังพบว่าเชื้อเห็ดที่เก็บไว้ในที่มีแสงจะเจริญช้ากว่าที่เก็บไว้ในที่มืดตลอด

ผลการทดลองเพาะเลี้ยงเห็ด *C. comatus* ในถุงพลาสติกโดยใช้วัสดุ 3 สูตร พบว่า สูตรที่ประกอบด้วย ขี้เลื่อย : ไส้นุ่น : ข้าวฟ่างต้ม ในอัตราส่วน 3:3:1 โดยปริมาตร จะทำให้เชื้อเห็ดสามารถเจริญได้ดี และให้ผลผลิตสูงสุด โดยเส้นใยเจริญเต็มวัสดุเพาะปริมาณ 500 กรัม ในเวลา 20.3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (28-30°C) และทำให้เห็ดออกดอกโดยนำไปเปิดถุง และปิดผิวหน้าด้วยดินผสม (ดินร่วน : แกลบ : มูลวัว อัตรา 2:2:1) แล้วเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 °C และความชื้น 65% พบว่าระยะเวลาจากการเปิดถุงและรดน้ำจนกระทั่งเก็บผลผลิตใช้เวลา 20.6 วัน โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 165.6 กรัม/ถุง

เห็ดป่าสกุล *Coprinus* มีประมาณ 100 ชนิด (species) (Hawksworth *et al*., 1995) ลักษณะสำคัญของเห็ดในสกุลนี้คือ ดอกเห็ดเมื่อแก่จะสลายตัวเองกลายเป็นของเหลวคล้ายหยดหมึกสีดำ (Arora, 1985) เห็ดในสกุลนี้พบขึ้นทั่วไปบนมูลสัตว์ กองฟาง ไส้นุ่น ทะลายปาล์มน้ำมัน ต้นพืชที่เน่าเปื่อย กองปุ๋ยหมัก และทุ่งหญ้า ส่วนใหญ่เป็นเห็ดขนาดเล็กไม่สามารถรับประทานได้ อย่างไรก็ตามมีบางชนิดที่มีขนาดใหญ่ และนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย เช่น เห็ดถั่ว (*C. fimentarius* Fr.) และเห็ด shaggy mane (*C. comatus* (O.F. Mull.) Gray) เป็นต้น (วสันณ์, 2540; Stamets, 1993)

เห็ดสกุล *Coprinus* ที่สามารถเพาะปลูกในประเทศไทย คือ เห็ดถั่ว โดย อานนท์ (2518-19, 2541) รายงานว่าการเพาะเห็ดถั่วทำกันมานานแล้วในจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทย เช่น จังหวัดแพร่ โดยอาศัยเชื้อที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งอยู่ในรูปของสปอร์หรือเส้นใยที่ติดมากับวัสดุเพาะ วัสดุที่ใช้เพาะได้แก่ ต้นถั่วชนิดต่างๆ โดยนำมากองสุมกันสูงประมาณ 30-45 ซม. และรดน้ำนาน 7-8 วัน ก็สามารถเก็บผลผลิตเห็ดได้ วสันณ์ (2540) ศึกษาการเพาะเห็ดถั่วในตะกร้าพลาสติกโดยใช้วัสดุที่ไม่ได้นึ่งฆ่าเชื้อ พบว่าไส้นุ่นเป็นวัสดุเพาะที่ดีที่สุด ได้ผลผลิต 37.3 กรัม/ตะกร้า ในช่วงเวลา 12 วัน ปัจจุบันเห็ดถั่ว มีการเพาะเป็นการค้าบริเวณจังหวัดในภาคเหนือโดยใช้ชื่อว่า เห็ดโคนน้อย เห็ดถั่ว เห็ดถั่วดิน เป็นต้น ในต่างประเทศก็มีการเพาะเห็ดถั่ว (*C. fimentarius* หรือ *C. cinereus*) เช่นกัน โดย Kurtzman (1978) รายงานว่า การเพาะเห็ดถั่วสามารถทำได้โดยใช้ฟางข้าว แคลเซียมไนเตรต และน้ำ โดยไม่จำเป็นต้องเติมแร่ธาตุชนิดอื่นๆ ลงไปอีก เห็ดถั่วเป็นเห็ดขนาดเล็ก แต่ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง โดยพบว่า การเพาะเห็ดถั่วบนฟางข้าว 50 กก. สามารถเก็บผลผลิตเห็ดได้ 30 กก. ในช่วงระยะเวลา 30 วัน

เห็ดสกุล *Coprinus* ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และเป็นเห็ดป่าที่นิยมรับประทานในบริเวณทวีปอเมริกาเหนือ และยุโรป คือ *C. comatus* เห็ดชนิดนี้มีชื่อสามัญว่า shaggy mane หรือ lawyer's wig ในประเทศจีนเรียกว่า Maotou-Guisan (Stamets, 1993) ปัจจุบันมีการเพาะปลูกเห็ด *C. comatus* อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ (Dijkstra, 1976; Mueller *et al*., 1985; Stamets, 1993; Volk, 2004) ส่วนในประเทศไทยยังไม่มีการเพาะปลูกเห็ด *C. comatus*

ในปี พ.ศ. 2547 คณะผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมเห็ดรับประทานได้ที่เพาะปลูกเป็นการค้า จำหน่ายในกรุงปักกิ่ง ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า เส้นใยเห็ด *C. comatus* สามารถเจริญได้ในที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง จึงเห็น

สมควรที่จะศึกษารายละเอียด และปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของเห็ดชนิดนี้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการเพาะเห็ด *C. comatus* เป็นการค้าในประเทศไทยต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

เห็ด *C. comatus* ที่ใช้ทดลองเป็นสายพันธุ์ที่เพาะปลูกเป็นการค้าในกรุงปักกิ่ง ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน วิธีการศึกษาทำโดยนำดอกเห็ดมาแยกเชื้อโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารวุ้น PDA ในหลอดทดลอง ปล่อยไว้จนกระทั่งเชื้อเห็ดเจริญเต็มผิวหน้าอาหารวุ้น จึงเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10°C เมื่อจะทำการทดลองจึงย้ายเส้นใยจากหลอดลงเลี้ยงในอาหารวุ้น PDA ในจานเลี้ยงเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28-30°C) และบ่มไว้เป็นเวลา 7 วัน ต่อไปใช้ที่เจาะจุกคอร์คขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. เจาะตัดส่วนของเส้นใยพร้อมทั้งอาหารวุ้นบริเวณขอบโคโลนีออกเป็นชิ้นกลม ปลูกเชื้อ (inoculate) ลงบนอาหารวุ้นชนิดต่างๆ ที่จะทำการทดลองในขั้นต่อไป

1. การเจริญของเส้นใย

ทำการศึกษาการเจริญของเส้นใยบนอาหารวุ้นในจานเลี้ยงเชื้อ ปริมาณอาหารทุกสูตรที่ทำการทดลองคือ 15-20 มม. ต่อจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 90 มม. ทำการวัดความกว้างของโคโลนีเมื่อเชื้อมีอายุประมาณ 7 วัน และประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยสายตา วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD, completely randomized design) โดยทำ 5 ซ้ำ และศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้

1.1 อาหารวุ้น

เลี้ยงเส้นใยเห็ด *C. comatus* บนอาหารวุ้น 6 ชนิด ในจานเลี้ยงเชื้อเพื่อเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเชื้อเห็ดในแนวระดับ (linear growth rate) ซึ่งอาหารที่ใช้ทดสอบมีดังนี้ 1) CMA (corn meal 20 กรัม) 2) GPA (glucose 10 กรัม, peptone 2.0 กรัม, KH_2PO_4 0.5 กรัม, $MgSO_4.7H_2O$ 0.5 กรัม) 3) MEA (malt extract 3 กรัม, yeast extract 2 กรัม, KH_2PO_4 0.5 กรัม, $MgSO_4.7H_2O$ 0.5 กรัม) 4) PDA (potatos 200 กรัม, dextrose 20 กรัม) 5) PDPYA (potatos 100 กรัม, dextrose 20 กรัม, peptone 2 กรัม, yeast extract 0.5 กรัม) 6) V8 (V8 juice 150 มล., $CaCO_3$ 0.2 กรัม) อาหารทุกชนิดมีส่วนประกอบของผงวุ้น 12 กรัม ต่ออาหารซึ่งเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

1.2 แหล่งคาร์บอน

เลี้ยงเส้นใยเห็ด *C. comatus* บนอาหารพื้นฐาน (basal medium) ที่มีแหล่งคาร์บอนต่างๆ จำนวน 7 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 2% ในจานเลี้ยงเชื้อที่ดัดแปลงจากสูตร MFM (Danell, 1994) โดยตัด D(+) glucose, D(-) fructose และ meso - inosital ออกและเมื่อทำการทดลองจึงแยกใส่แหล่งคาร์บอนแต่ละชนิดลงไปในปริมาณ 2% ที่ระดับ pH 5.5 แหล่งคาร์บอนที่ทดลองคือ cellulose, fructose, glucose, maltose, mannose, soluble starch, และ sucrose

1.3 แหล่งไนโตรเจน

เลี้ยงเส้นใยเห็ด *C. comatus* บนอาหารพื้นฐาน (basal medium) ที่มีแหล่งไนโตรเจนต่างๆ จำนวน 7 ชนิดที่ระดับความเข้มข้น 0.1% ในจานเลี้ยงเชื้อที่ดัดแปลงจากสูตร MFM (Danell, 1994) โดยตัด NH_4Cl ออก และเมื่อทำการทดลองจึงแยกใส่แหล่งไนโตรเจนแต่ละชนิดลงไปในปริมาณ 0.1% ที่ระดับ pH 5.5 โดยใช้ D(+) glucose, D(-) fructose และ meso - inosital เป็นแหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจนที่ใช้คือ KNO_3, NH_4Cl, NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$, peptone และ urea

1.4 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ทดสอบหาระดับ พี เอช ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด *C. comatus* โดยเลี้ยงในอาหาร MEA ซึ่งปรับระดับ พี เอช ด้วย 1 N NaOH และ 1 N HCl เพื่อให้อาหารมีระดับ พี เอช ที่ 5, 6, 7, 8 และ 9 ตามลำดับ จากนั้นนำไปบ่มเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้อง

1.5 แสงสว่าง

เลี้ยงเส้นใยเห็ด *C. comatus* บนอาหาร MEA แล้วแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดแรกห่อด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟอยล์ (aluminum foil) เพื่อป้องกันแสงสว่าง ส่วนชุดที่สองห่อด้วยถุงพลาสติกใส นำจานเลี้ยงเชื้อทั้ง 2 ชุดวางที่ริมหน้าต่างให้ได้รับแสงสว่าง จานเลี้ยงเชื้อชุดที่ห่อด้วยพลาสติกจะได้รับแสงสว่างประมาณวันละ 12 ชั่วโมง ส่วนชุดที่ห่อด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟอยล์จะไม่ได้รับแสงสว่างตลอดระยะเวลาการทดลอง

1.6 อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญของเชื้อเห็ด *C. comatus* ซึ่งการทดลองทำโดยเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหาร MEA จากนั้นนำไปบ่ม (incubate) ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 10-35°C

2. การเพาะ

ทดลองเพาะเห็ด *C. comatus* ด้วยระบบเพาะในถุงพลาสติก

2.1 เตรียมหัวเชื้อ (spawn)

เชื้อที่ใช้เพาะเป็นเชื้อที่เตรียมเลี้ยงไว้บนเมล็ดข้าวฟ่าง วิธีการเตรียมทำโดยต้มเมล็ดข้าวฟ่างให้สุกประมาณ 10 นาที เทน้ำทิ้ง ผึ่งลมให้หมาด แล้วบรรจุเมล็ดข้าวฟ่างลงในฟลาสค์ (flask) ขนาด 250 มล. ปริมาณครึ่งฟลาสค์ อุดปากฟลาสค์ด้วยจุกสำลี นำไปนึ่งในหม้อนึ่งอัดความดันที่ความดัน 15 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 30 นาที เมื่ออาหารเย็นจึงเขี่ยเชื้อเห็ด *C. comatus* ซึ่งเลี้ยงไว้บนอาหารวุ้น PDA ลงไป บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28-30°C) จนกระทั่งเชื้อเห็ดเจริญเต็มเมล็ดข้าวฟ่างจึงนำไปเป็นเชื้อเพาะ วัสดุที่ใช้เพาะมี 3 สูตร ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

2.2 เตรียมก้อนเชื้อเห็ด ทำการเพาะเห็ดในวัสดุ 3 สูตรดังนี้

สูตรที่ 1 ฟางข้าวสับ : ขี้เลื่อย : รำละเอียด อัตราส่วน 10:9:1 (โดยปริมาตร)

สูตรที่ 2 ไส้นุ่น : ฟางข้าวสับ : ข้าวฟ่างต้ม อัตราส่วน 2:2:1 (โดยปริมาตร)

สูตรที่ 3 ขี้เลื่อย : ไส้นุ่น : ข้าวฟ่างต้ม อัตราส่วน 3:3:1 (โดยปริมาตร)

นำวัสดุแต่ละสูตรผสมให้เข้ากัน ใส่น้ำ และให้มีความชื้นประมาณ 65% บรรจุลงถุงพลาสติกทนร้อน ขนาด 7x12 นิ้ว ในปริมาณถุงละ 500 กรัม อัดวัสดุให้แน่นพอสมควร ใส่คอพลาสติกและอุดด้วยจุกสำลี นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดันไอ 15 ปอนด์/ตร.นิ้ว อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 1 ชม. ปล่อยไว้ให้เย็นก่อนเขี่ยหัวเชื้อเห็ดลงไป หลังจากได้ถุงวัสดุเพาะเพาะแล้ว จึงทำการใส่หัวเชื้อเห็ดลงไป 1 ช้อนชา /ถุง ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิโรงเรือน (26-32°C) จนกระทั่งเชื้อเห็ดเจริญเต็มถุง จดบันทึก และเปรียบเทียบระยะเวลาที่เชื้อเห็ดเจริญเต็มถุง จากนั้นปล่อยให้เส้นใยแก่อีก (1-2 เดือน) จึงนำไปเปิดถุงให้ออกดอก

2.3 การเปิดให้ออกดอก

การเปิดถุงให้เกิดดอกทำโดยดึงจุกสำลีออก พับปากถุงลงมาให้อยู่เหนือวัสดุเพาะประมาณ 2-3 ซม. ใช้ใบมีดกรีดก้นถุง 2-3 รอยเพื่อระบายน้ำ ทำการปิดผิวหน้าก้อนเชื้อด้วยดินผสม (ดินร่วน : แกลบ : มูลวัว ในอัตราส่วน 2:2:1) ให้หนามีความประมาณ 1-1.5 ซม. แล้วนำเข้าโรงเรือน (26-32°C) บันทึกการเจริญของเส้นใยเห็ด ถุงก้อนเชื้อเห็ดบางส่วน (45 ถุง) นำเข้าตู้ควบคุมอุณหภูมิ (growth chamber) ที่ 20°C และความชื้น 65% รักษาความชื้นของถุงโดย ฉีดพ่นน้ำบนผิวดินที่คลุมก้อนเชื้อทุกวัน บันทึกผลผลิต หาค่าประสิทธิภาพในการใช้อาหาร (B.E., biological efficiency) คำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{B.E.}(\%) = \frac{\text{น้ำหนักผลผลิตเห็ดสดที่ได้}}{\text{น้ำหนักวัสดุแห้งที่ใช้เพาะ}} \times 100$$

3. สัณฐานวิทยา และการพัฒนาของดอกเห็ด C. comatus

3.1 ลักษณะสัณฐานวิทยา

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกเห็ด *C. comatus* ทำโดยศึกษาดอกเห็ดที่เกิดจากการเพาะด้วยวัสดุเพาะสูตรที่ 3 คือ ขี้เลื่อย : ไส้นุ่น : ข้าวฟ่างต้ม อัตราส่วน 3:3:1 (โดยปริมาตร) ในถุงพลาสติก และคลุมผิวหน้าวัสดุเพาะด้วยดินผสม และบ่มเชื้อไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (20°C) และความชื้น 65% ทำการบันทึกภาพลักษณะของดอกเห็ด วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหมวกเห็ด ก้านดอก เป็นต้น เมื่อดอกเห็ดแก่เต็มที่จึงเก็บดอกเห็ดมาศึกษาลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยา (microscopic feature) ตามวิธีการของ Largent และ Theirs (1977) และ Largent และคณะ (1977)

3.2 การพัฒนาของดอกเห็ด *C. comatus*

สังเกตลักษณะของดอกเห็ด และการพัฒนาของดอกเห็ดทุกวัน โดยทำการบันทึกภาพลักษณะของดอกเห็ดทุกวันตั้งแต่เห็ดเริ่มเกิดตุ่มดอก จนกระทั่งดอกเห็ดแก่เต็มที่ และสลายไปในที่สุด จดบันทึกรายละเอียดการเจริญและการพัฒนาของดอกเห็ด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเจริญของเส้นใยบนอาหารวุ้น

1.1 อาหารวุ้น

ผลเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ด *C. comatus* บนอาหารวุ้น 6 ชนิด พบว่าหลังปลูกเชื้อ 7 วัน เชื้อเห็ดเจริญได้ดีที่สุดบนอาหาร MEA โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อเฉลี่ย 85.2 มม. (Table 1) อาหารที่เชื้อเห็ดเจริญได้ดีรองลงมาคือ CMA, PDPYA, PDA โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อเฉลี่ย 81.8, 73.2, 64.2 มม. ตามลำดับ อาหาร GPA และV8 เชื้อเห็ดเจริญได้ไม่ดี โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีมีขนาดเล็ก และลักษณะของเส้นใยบางกว่าอาหารชนิดอื่นๆ (Figure 1) เห็ด *C. comatus* นับว่าเป็นเห็ดที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็วดีมาก เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญของเส้นใยกับเห็ดเศรษฐกิจชนิดอื่นๆ พบว่าที่อุณหภูมิห้อง เห็ด *C. comatus* สามารถเจริญได้รวดเร็วไม่ต่างกับเห็ดนางรม นางฟ้า กระด้าง และขอนขาว โดยเจริญเต็มจานเลี้ยงขนาด 90 มม. เชื้อภายในระยะเวลา 6-7 วัน นอกจากนั้นยังเจริญได้เร็วกว่าเห็ดกระดุม หูหนู เป๋าฮื้อ และตีนแรด เป็นต้น (วสันณ์, 2538) อย่างไรก็ตาม เห็ด *C. comatus* เจริญช้ากว่าเห็ดโคนน้อย (*C. fimentarius* Fr.) ซึ่ง วสันณ์ (2540) รายงานว่าเห็ดโคนน้อยเจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อภายใน 4 วัน และสามารถออกดอกได้ภายใน 7 วัน

1.2 แหล่งคาร์บอน

เชื้อเห็ด *C. comatus* สามารถเจริญบนอาหาร

Table 1. Mycelial growth of *Coprinus comatus* growing on 6 agar media at room temperature (28-30°C), for 7 days.

Media	Colony diameter in mm.	Density of mycelium after 7 days incubation
Corn meal agar (CMA)	81.8b	+++
Glucose peptone agar (GPA)	64.2d	++
Malt extract agar (MEA)	85.2a	+++
Potato dextrose agar (PDA)	64.2d	+++
Potato dextrose peptone - yeast extract agar (PDPYA)	73.2c	+++
V_8 juice agar (V_8)	55.2e	++

1) + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.
2) Means followed by the same letter in the column are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 2. Mycelial growth of *Coprinus comatus* growing on 7 carbon sources at room temperature (28-30°C), for 7 days.

Carbon sources	Colony diameter in mm.	Density of mycelium after 7 days incubation
Control	86.4b	+
Cellulose	73.0d	+++
Fructose	74.4d	++++
Glucose	68.8e	++
Maltose	88.4ab	++++
Mannose	90.0a	++++
Soluble starch	57.0f	+
Sucrose	78.4c	++

1) + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.
2) Means followed by the same letter in the column are not significantly different at the 5% level by DMRT

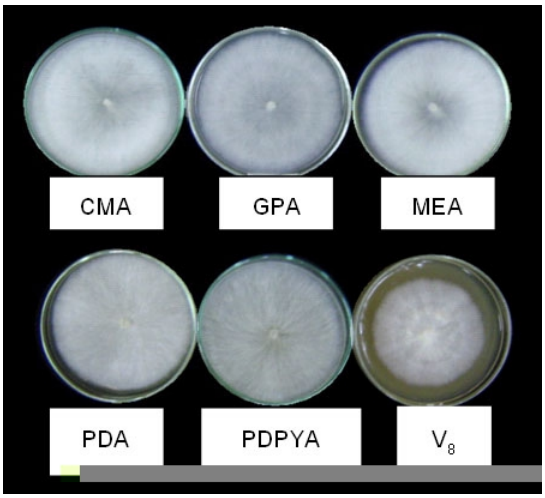

Figure 1. Mycelial growth of *Coprinus comatus* on different media (after 7 day incubation) CMA= corn meal agar, GPA= glucose peptone agar MEA= malt extract agar, PDA= potato dextrose agar, PDPYA= potato dextrose peptone yeast extract agar, V8= V8 juice agar

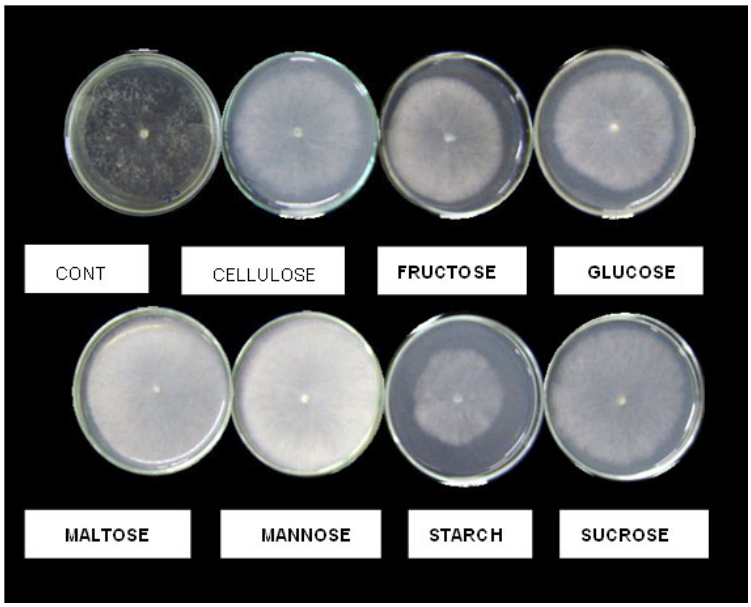

Figure 2. Mycelial growth of *Coprinus comatus* on different carbon sources at room temperature (28-30°C), 7 days incubation.

วุ้นที่มีน้ำตาล mannose และ maltose ได้ดีที่สุด โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อเฉลี่ย 90.0 และ 88.4 มม. ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนแหล่งคาร์บอนที่เจริญได้ดีรองลงมาคือ fructose โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อเฉลี่ย 74.4 มม. ส่วนอาหารที่มี sucrose cellulose และ soluble starch เชื้อเห็ดเจริญได้ไม่ดี (Figure 2) จากการศึกษาของ อานนท์ (2541) พบว่า cellulose เป็นแหล่งคาร์บอนที่เส้นใยของ

Table 3. Mycelial growth of *Coprinus comatus* growing on 7 nitrogen sources at room temperature (28-30°C), for 7 days.

Nitrogen sources	Colony diameter in mm.	Density of mycelium after 7 days incubation
Control	85.4c	+
KNO_3	65.8e	++
NH_4Cl	77.4d	+++
NH_4NO_3	89.2ab	++++
$(NH_4)_2SO_4$	87.0bc	+++
Peptone	90.0a	++++
Urea	58.6f	++

1) + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.
2) Means followed by the same letter in the column are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 4. Mycelial growth of *Coprinus comatus* growing on malt extract agar at different pH, for 7 days at room temperature (28-30°C).

pH	Colony diameter in mm.	Density of mycelium after 7 days incubation
5	86.6b	+++
6	89.6a	+++
7	80.6c	+++
8	38.2d	+++
9	17.0e	+

1) + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.
2) Means followed by the same letter in the column are not significantly different at the 5% level by DMRT

เห็ดโคนน้อยจะเจริญได้หนาแน่นที่สุด แต่จากการศึกษาของวสันณ์ (2540) พบว่าแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดถั่ว (เห็ดโคนน้อย) ที่สุด คือ อาหารวุ้นที่มี soluble starch เป็นแหล่งคาร์บอน

1.3 แหล่งไนโตรเจน

เชื้อเห็ด *C. comatus* สามารถใช้ peptone และ NH_4NO_3 เป็นแหล่งไนโตรเจนได้ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อเฉลี่ย 90.0 และ 89.2 มม. ตามลำดับ (Table 3) หลังจากบ่มเชื้อไว้เป็นเวลา 7 วัน แหล่งไนโตรเจนที่ดีรองลงมา คือ $(NH_4)_2SO_4$ และ NH_4Cl โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อเฉลี่ย 87.0 และ 77.4 มม. ตามลำดับ ส่วนอาหารที่มี KNO_3 และ urea เชื้อเห็ดเจริญได้ไม่ดี และความหนาแน่นของเส้นใยบางมาก (Figure 3) ซึ่งผลการทดลองนี้แตกต่างกับรายงานของ Dijkstra (1976) ที่ว่าเห็ด *C. comatus* สามารถนำ NH_4Cl ไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ดีกว่าสารอื่นๆ ที่ทดสอบ แต่ วสันณ์ (2540) พบว่าแหล่งไนโตรเจนที่ดีคือ urea แต่ถึงอย่างไรก็สามารถสรุปได้ว่าแหล่งไนโตรเจนที่เห็ด *C. comatus* สามารถนำไปใช้ได้ดีและเหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป ammonium ต่างๆ ซึ่งในสภาพธรรมชาติแหล่งไนโตรเจนที่เห็ดต้องการก็จะได้มาจากมูลสัตว์ เช่น มูลม้า มูลวัวควาย หรือมูลไก่ ฉะนั้นในการเพาะเห็ดสกุลนี้จึงจำเป็นต้องมีส่วนประกอบของแหล่งไนโตรเจน คือมูลสัตว์ด้วยจะช่วยให้เห็ด *C. comatus* พัฒนา และสร้างเป็นดอกเห็ดได้ดีกว่าไม่ใส่มูลสัตว์ในวัสดุกลบผิวหน้าถุงก้อนเชื้อเห็ด

1.4 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการทดลองเลี้ยงเชื้อเห็ด *C. comatus* บนอาหาร MEA ที่มีระดับ พี เอช ต่างกัน 5 ระดับ พบว่าเชื้อเห็ดเจริญได้ดีที่สุดบนอาหารที่มี พี เอช ระดับ 6 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีมีขนาดเฉลี่ย 89.6 มม. (Table 4) ส่วน

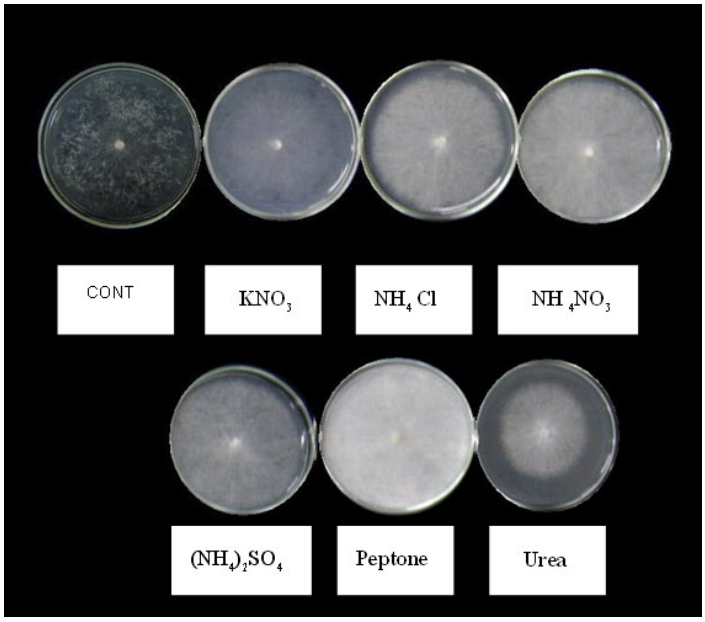

Figure 3. Mycelial growth of *Coprinus comatus* on different nitrogen sources at room temperature (28-30°C), 7 days incubation.

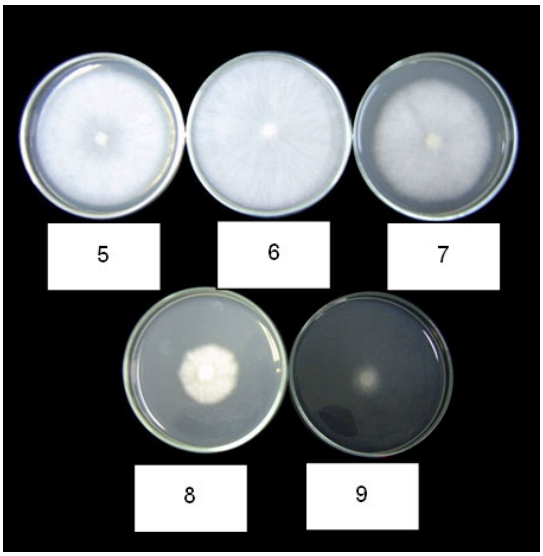

Figure 4. Mycelial growth of *Coprinus comatus* on malt extract agar at different pH, 7 days incubation.

อาหารที่มีระดับ พี เอช 5, 7 และ 8 เชื้อเห็ดเจริญได้ดีรองลงมา โดยเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีมีขนาดเฉลี่ย 86.6, 80.6 และ 38.2 มม. ตามลำดับ ส่วนอาหารที่มีระดับ พี เอช 9 เชื้อเห็ดเจริญช้า และมีความหนาแน่นของเส้นใยน้อยที่สุด ด้วยเช่นกัน (Figure 4) เช่นเดียวกับการทดลองในเห็ดโคนน้อย ของ อานนท์ (2541) พบว่าเจริญได้ในอาหารที่มีระดับ พี เอช ตั้งแต่ 4.5-8.5 แต่ระดับที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดโคนน้อยคือ 7.0

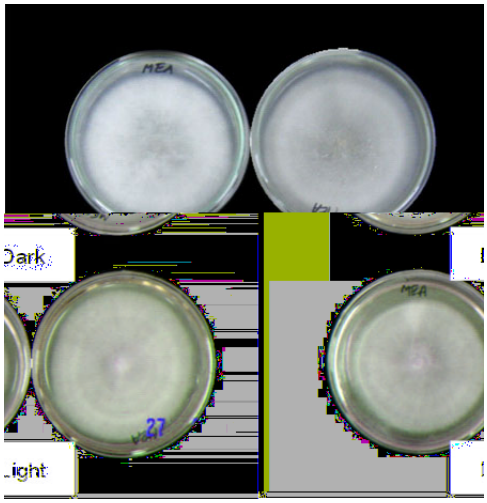

Figure 5. Plates of *Coprinus comatus* incubated at ordinary laboratory dark condition (upper) and light condition, 7 days incubation.

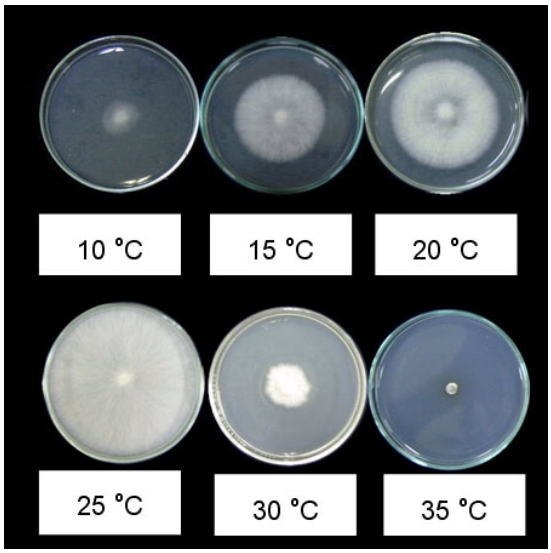

Figure 6. Mycelial growth of *Coprinus comatus* on malt extract agar at different temperature, 7 days incubation

1.5 แสงสว่าง

ผลการทดลองเลี้ยงเชื้อเห็ด *C. comatus* บนอาหาร MEA และนำไปบ่มไว้ในที่ได้รับแสงสว่างปกติในห้องปฏิบัติการวันละประมาณ 12 ชั่วโมง/วัน และในที่มืดสนิทเป็นเวลา 7 วัน พบว่า เชื้อเห็ดที่เลี้ยงไว้ในที่มืดตลอดสามารถเจริญได้เร็วกว่าเชื้อเห็ดที่เลี้ยงไว้ในที่มีแสงสว่าง โดยวัดความกว้างโคโลนีเฉลี่ยได้ 81.2 และ 73.0 มม. ตามลำดับ (Table 5, Figure 5) แสดงให้เห็นว่าแสงไม่จำเป็นต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด *C. comatus* และแสงยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ด *C. comatus* ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวสันณ์ (2540) ที่รายงานว่า แสงยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่ว เห็ดหูหนู (วสันณ์, 2539a) และเห็ดตีนแรด (วสันณ์, 2539b) เป็นต้น และจากการศึกษาผลของแสงต่อการผลิตเห็ดโคนน้อยของ วรพล (2545) โดยทำการทดสอบ

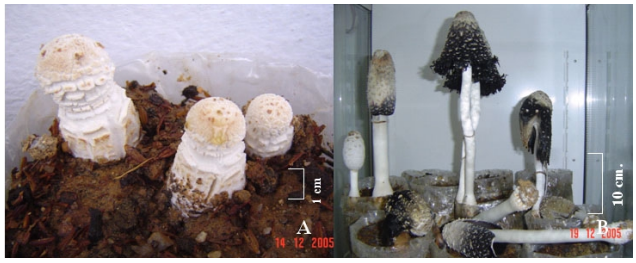

Figure 7. ***Coprinus comatus*** **growing on cultivating bags containing pararubber sawdust : kapok waste : boiled sorghum (3:3:1) as the substrate, A) 2 days and B) 12 days**

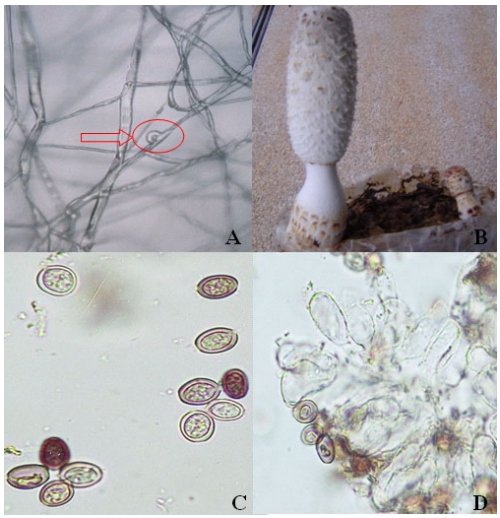

Figure 8. Microscopic feature of ***Coprinus comatus*** **A) Mycelium with clamp connection (arrow), B) basidiocarp C), basidiospore (800x), and D) basidia with basidiospore.**

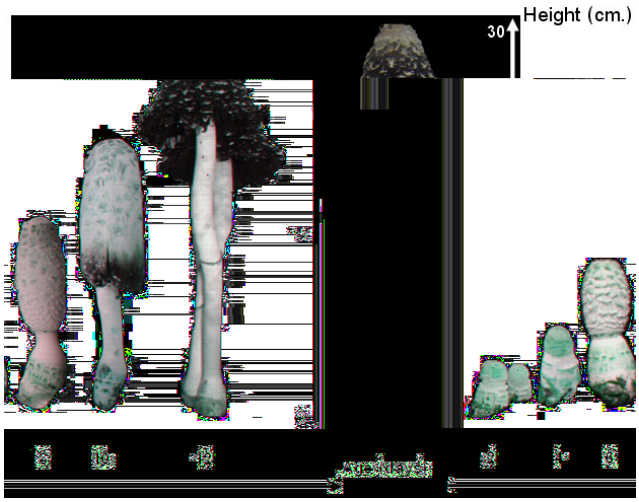

Figure 9. Basidiocarps of ***Coprinus comatus*** **at different stage.**
[Color figure can be viewed in the electronic version]

Table 5. Mycelial growth of *Coprinus comatus* growing on malt extract agar at ordinary laboratory in light and dark conditions, for 7 days at room temperature (28-30°C).

Condition	Colony diameter in mm.	Density of mycelium after 7 days incubation
Dark 24 hr.	81.2a	+++
Light 12 hr-Dark 12 hr.	73.0b	+++

1) + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.
2) Means followed by the same letter in the column are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 6. Mycelial growth of *Coprinus comatus* on malt extract agar at different temperatures, after 7 days incubation.

Temperature (°C)	Colony diameter in mm.	Density of mycelium after 7 days incubation
10	22.2e	+
15	76.4c	++++
20	83.4b	++++
25	89.4a	++++
30	28.4d	+++
35	0	-

1) + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.
2) Means followed by the same letter in the column are not significantly different at the 5% level by DMRT

ระยะเวลาในการให้แสง พบว่าการให้แสงในระยะเวลาที่แตกต่างกันในแต่ละวัน ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญของเส้นใย แต่มีผลต่อการพัฒนาการของตุ่มดอกเห็ดไปเป็นดอกเห็ด และวสันณ์ (2540) พบว่าแสงไม่มีผลต่อการออกดอกของเห็ดโคนน้อย แต่มีผลต่อการพัฒนาของดอกเห็ด ซึ่งต่างกับนิฤมล (2543) กล่าวว่า เห็ด *Coprinus* sp. ต้องการแสงช่วยกระตุ้นให้เส้นใยขั้นที่ 2 รวมตัวกันเพื่อเกิดเป็นดอกเห็ด

1.6 อุณหภูมิ

ผลการทดลองเลี้ยงเชื้อเห็ด *C. comatus* บนอาหาร MEA ที่อุณหภูมิต่างกัน 6 ระดับ พบว่าเส้นใยเห็ดเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 25°C โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย 89.4 มม. (Table 6) หลังจากบ่มเชื้อไว้นาน 7 วัน เชื้อเห็ดก็สามารถเจริญได้เต็มจานเลี้ยงเชื้อ และอุณหภูมิที่เชื้อเห็ดสามารถเจริญได้ดีรองลงมาคือ 20°C และ 15°C ตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี 83.4 และ 76.4 มม. ตามลำดับ ส่วนการเจริญบนอาหารที่อุณหภูมิ 10°C พบว่าเชื้อเห็ดสามารถเจริญได้น้อยมาก และมีความหนาแน่นของเส้นใยน้อยกว่าอุณหภูมิอื่นๆ ที่ทดลอง และที่อุณหภูมิ 35°C พบว่าเชื้อเห็ดไม่สามารถเจริญได้เลย แสดงว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด *C. comatus* คือ 15°C - 25°C (Figure 6) แสดงว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด *C. comatus* คือ 15-25°C จากการศึกษาของ นิฤมล (2543) พบว่าเชื้อเห็ดโคนน้อยที่เพาะบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อุณหภูมิ 37°C ให้ผลการเจริญดีที่สุด และเจริญเต็มผิวหน้าอาหารได้อย่างรวดเร็วภายใน 6 วัน และจากการศึกษาของ วสันณ์ (2540) กล่าวว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดถั่ว คือ 25-35°C

2. การเพาะเห็ด

จากการทดลองเพาะเห็ด *C. comatus* ในถุงพลาสติกโดยใช้วัสดุเพาะ 3 สูตร พบว่า หลังจากใส่เชื้อเห็ดลงไปในวัสดุเพาะ เชื้อเห็ดสามารถเจริญได้ดีที่สุดในวัสดุสูตรที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยขี้เลื่อย : ไส้นุ่น : ข้าวฟ่างต้ม ในอัตราส่วน 3:3:1 โดยเชื้อเห็ดเจริญเต็มถุงในระยะเวลาเฉลี่ย 20.3 วัน ส่วนสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 เชื้อเห็ดเจริญเต็มถุงในระยะเวลา 33.9 และ 34.8 วัน ตามลำดับ และมีเส้นใยหนาแน่นน้อยกว่าสูตรที่ 3 บ่มเชื้อเห็ดนานเพิ่มขึ้นอีก 30 วัน หลังจากเส้นใยเจริญเต็มถุง จึงทำการเปิดถุง โดยปิดผิวหน้าด้วยดิน

ผสม (ดินร่วน : แกลบ : มูลวัว อัตรา 2:2:1) ในโรงเรือนเปิดดอกไม่ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งในช่วงเดือนมีนาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2548 (28-32°C) ไม่พบการออกดอก แต่ในช่วงเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2548 (26-28°C) มีการสร้างตุ่มดอก (primodia formation) เท่านั้น ซึ่งตุ่มดอกในเวลาต่อมาจะฝ่อ มีสีน้ำตาล แห้ง และสลายไปไม่สามารถเจริญเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ได้ สาเหตุอาจเกิดจากสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูงเกินไป ความชื้นไม่พอเหมาะ เป็นต้น

ก้อนเชื้อเห็ดบางส่วนเมื่อนำไปเปิดถุงในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20°C และความชื้นสัมพัทธ์ 65% จะพบว่าระยะเวลาตั้งแต่เปิดถุงรดน้ำจนกระทั่งเก็บผลผลิตได้ครั้งที่ 1 ในสูตรที่ 3 ใช้เวลาเพียง 20.6 วัน ส่วนสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 เก็บผลผลิตได้ภายใน 22.4 และ 22.6 วัน ตามลำดับ โดยสูตรที่ 3 ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 165.6 กรัม/ถุง ส่วนสูตรที่ 2 และ 1 ให้ผลผลิตเป็นอันดับรองลงมา คือได้ 68.8 และ 50.8 กรัม/ถุง ตามลำดับ (Table 7) เห็ด *C. comatus* นั้นเป็นเห็ดที่มีขนาดดอกใหญ่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดถั่ว (*C. fimentarius*) คือ มีน้ำหนักของดอกประมาณ 56-85 กรัม/ดอก ส่วนเห็ดถั่วมีขนาดเพียง 0.8-1.2 กรัม/ดอก (วสันณ์, 2540)

เห็ด *C. comatus* จะเจริญพัฒนาเข้าสู่ระยะเจริญเต็มที่ เมื่อดอกเห็ดมีอายุได้ 12 วัน (นับตั้งแต่เกิดตุ่มดอก) หมวกเห็ดเริ่มย่อยสลายตัวกลายเป็นหยดหมึกสีดำ ไม่สามารถนำมารับประทานได้ (Figure 7 A และ B)

3. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการพัฒนาของดอกเห็ด *C. comatus*

3.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เส้นใย : บนอาหาร PDA เมื่อเส้นใยเห็ด *C. comatus* มีอายุ 6-7 วัน พบว่า เส้นใยมีสีขาว มีความหนาแน่นดีมาก โดยเส้นใยจะเจริญแผ่ออกไปตามผิวหน้าของอาหาร จากการศึกษาเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยการ mount สไลด์ และวัดขนาดของเส้นใย พบว่าเส้นใยของเห็ด *C. comatus* ใส ไม่มีสี (hyaline) เป็นท่อยาว มีการแตกแขนง ภายในเส้นใยมีผนังกั้น (septum) เป็นช่วงๆ ทำให้แบ่งเส้นใยออกเป็นส่วนๆ (แต่ละส่วนเรียก hyphal segment) ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 30.0-48.0 x 1.2-2.5 µm บนเส้นใยยังพบ clamp connection อีกด้วย (Figure 8 A)

หมวกเห็ด : เห็ด *C. comatus* เป็นเห็ดที่ดอกใหญ่ขนาดใหญ่ (กว้าง 2.3-5.0 ซม. สูง 3.0-30.0 ซม.) หมวกเห็ดมีสีขาวจนถึงสีขาวครีม ด้านบนของผิวหมวกเห็ดจะมีขนเล็กๆ คลุมผิวบนหมวก มีแผ่นเป็นเกล็ด (scale) สีน้ำตาลอ่อน ปกคลุมอยู่ด้วยเช่นกัน เมื่อแก่หมวกเห็ดจะเปลี่ยนเป็นสีดำ และสลายกลายเป็นของเหลวสีดำ

Table 7. Mean yield of *Coprinus comatus* obtained from cultivating bags incubated in growth chamber (20°C)

Substrate	No. of days for full colonized of the mycelia	No. of days from watering to 1st cropping	No. of basidiocarp /bag	Weight of basidiocarps (g)	Yield (g/bag)	B.E. (%)
1.Cut rice straw : pararubber sawdust : rice bran (10:9:1)	33.9a**	22.4a *	0.8b*	56-71c*	50.8c*	15.3*
2.Kapok waste : cut rice straw : boiled sorghum (2:2:1)	34.8a**	22.6a*	1.0b*	59-75b*	68.8b*	21.2*
3.Pararubber sawdust : kapok waste : boiled sorghum (3:3:1)	20.3b**	20.6a *	2.2a*	60-85a*	165.6a*	50.8*

Means followed by the same letter in the column are not significantly different at the 5% level by DMRT
** เฉลี่ยจาก 50 ถุง
* เฉลี่ยจาก 5 ถุง

ครีบดอก : ไม่ยึดติดกับก้าน (free) ครีบมีสีขาวเมื่อยังอ่อน ต่อมามีสีเข้มขึ้นจนกลายเป็นสีดำเมื่อแก่ ครีบดอกมีลักษณะบาง และเรียงชิดกันมาก

ก้านดอก : มีลักษณะเรียว ยาวเป็นรูปทรงกระบอก เชื่อมกับหมวกดอกตรงกลางหมวก มีสีขาวนวล ผิวเรียบเป็นมันวาว มีวงแหวน (ring) สีน้ำตาล 1 วง หุ้มล้อมรอบก้านดอกส่วนบน ส่วนโคนโป่งบวมมีลักษณะเป็นกระเปาะ (Figure 8 C)

เบสิดิโอสปอร์ : มีรูปไข่ ผนังหนา ผิวเรียบ มี germ pore ตรงกลาง 1 รู มีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลดำ ขนาด 11.0-13.8 x 8.8-10.0 µm (Figure 8 B)

cheilocystidia : บวมโป่งคล้ายกระบอง-ครึ่งวงกลม มีขนาด 20.0-37.5 x 14.0-25.0 µm

เบสิเดียม : คล้ายกระบอง มี 4 sterigma ไม่มี basal clamp มีขนาด 15.0-30.0 x 10.0-12.5 µm (Fig-ure 8 D)

3.2 การพัฒนาของดอกเห็ด

เมื่อนำก้อนเชื้อเห็ดไปเปิดถุงให้เกิดดอกในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20°C และความชื้นสัมพัทธ์ 65% ประมาณ 15 วัน เส้นใยรวมตัวกันจับกลุ่มเป็นตุ่ม ซึ่งพัฒนาจนเป็นดอกเห็ดสมบูรณ์และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่อเห็ดมีอายุได้ 6-8 วัน (Figure 9) จากนั้นแล้วหมวกเห็ดเริ่มสลายตัวเกิดเป็นหยดหมึกสีดำ คงเหลือเพียงลำต้น สำหรับรูปแบบการพัฒนาของเห็ด *C. comatus* เป็นแบบ hemi-angiocarpic type (Consigny, 2003) เนื่องจากเห็ดชนิดนี้มีลักษณะของครีบดอกที่บาง และเรียงชิดกันมาก ทำให้ไม่สามารถปล่อยสปอร์ได้เหมือนกับเห็ดมีครีบชนิดอื่นซึ่งจะปล่อยสปอร์โดยการยิง (shut-off) ฉะนั้นเมื่อดอกเห็ดแก่จะเกิดการสลายตัวเองกลายเป็นของเหลวสีดำเป็นกระบวนการปลดปล่อยสปอร์ กระบวนการนี้เรียกว่า การย่อยสลายตัวเอง (autolysis หรือ auto-digestion) (Arora, 1986; Kues, 2000) หยดหมึกที่เกิดขึ้นจะประกอบด้วยสปอร์จำนวนมาก เมื่อนำมาทำการศึกษาลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เห็ด *C. comatus* เป็นเห็ดที่มีขนาดใหญ่ มีรสชาติอร่อย มีอัตราการเจริญของเส้นใยรวดเร็วในที่ที่มีอุณหภูมิสูง (25-28°C) แต่ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 18-24°C เห็ดสามารถเพาะออกดอกได้ (Stamets, 1993; Stamets and Chilton, 1983)

สรุป

จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงเห็ด *C. comatus* โดยทำการแยกเชื้อจากดอกเห็ดสายพันธุ์ที่เพาะจำหน่ายเป็นการค้าในกรุงปักกิ่ง ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่าเส้นใยเห็ด *C. comatus* เจริญได้ดีที่สุดบนอาหารวุ้น MEA หลังจากเพาะเชื้อเป็นเวลา 7 วัน สำหรับแหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุดสำหรับเห็ด *C. comatus* คือ mannose และ maltose และจากการศึกษาแหล่งไนโตรเจน พบว่า เชื้อเห็ด *C. comatus* สามารถใช้ peptone และ NH_4NO_3 เป็นแหล่งไนโตรเจนได้ดีกว่าสารชนิดอื่น ๆ ที่ทดลอง ส่วนระดับพี เอช ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อเห็ด *C. comatus* คืออาหารวุ้นที่มี พี เอช 6 สำหรับการทดลองผลของแสงต่อการเจริญของเห็ด *C. comatus* พบว่า ในสภาพที่มีแสงสว่างเชื้อเห็ดที่เลี้ยงไว้ในอาหาร MEA เจริญช้ากว่าเชื้อเห็ดที่เลี้ยงไว้ในที่มืดตลอด และที่อุณหภูมิ 25°C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อเห็ด *C. comatus* ได้ดีที่สุด ซึ่งเชื้อเห็ดสามารถเจริญได้เต็มจานเลี้ยงเชื้อ หลังจากบ่มเชื้อไว้เป็นเวลานาน 7 วัน

เมื่อนำเชื้อเห็ด *C. comatus* มาเพาะในวัสดุ 3 สูตร พบว่าในวัสดุสูตรที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยขี้เลื่อย : ไส้นุ่น : ข้าวฟ่างต้ม (3:3:1 โดยปริมาตร) เชื้อเห็ดสามารถเจริญได้ดีที่สุด โดยเชื้อเห็ดสามารถเจริญเต็มถุงในระยะเวลา 20.3 วัน ส่วนสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 เชื้อเห็ดเจริญเต็มถุงในระยะเวลา 33.9 และ 34.8 วัน ตามลำดับ และเมื่อนำวัสดุเพาะสูตรที่ 3 ทิ้งไว้ให้เส้นใยแก่อีก 30 วัน จึงทำการเปิดถุง โดยปิดผิวหน้าด้วยดินผสม (ดินร่วน : แกลบ : มูลวัว ในอัตราส่วน 2:2:1 โดยปริมาตร) ที่อุณหภูมิห้องโรงเรือน ผลปรากฏว่าในช่วงเดือนมีนาคม-สิงหาคม (28-32°C) ไม่พบการออกดอก แต่ในช่วงเดือนกันยายน-ธันวาคม (26-28°C) สามารถพบเห็ดได้ในระยะสร้างตุ่มดอกเท่านั้น ต่อมาตุ่มดอกจะฝ่อ เป็นสีน้ำตาล แห้ง และสลายไปไม่สามารถเจริญเป็นดอกที่สมบูรณ์ได้ จึงได้นำเห็ดบางส่วนไปเปิดถุงในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20°C และความชื้น 65% พบว่าระยะเวลาจากเปิดถุงรดน้ำจนกระทั่งเก็บผลผลิตได้ครั้งที่ 1 ในสูตรที่ 3 ใช้เวลาเพียง 20.6 วัน ส่วนในสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 สามารถเก็บผลผลิตได้ภายในระยะเวลา 22.4 และ 22.6 วัน ตามลำดับ โดยในสูตรที่ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด คือ 165.6 กรัม/ถุง ส่วน

สูตรที่ 2 และ 1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยได้ดีรองลงมาคือ 68.8 และ 50.8 กรัม/ถุง ตามลำดับ

เห็ด *C. comatus* ที่ได้มีลักษณะสมบูรณ์ดี ขนาดดอกใหญ่ โดยหนักเฉลี่ยถึง 56-85 กรัม/ดอก เห็ด *C. comatus* และยังสามารถเพาะให้ออกดอกได้ด้วยวัสดุเพาะที่หาง่าย และราคาถูก เช่น ฟางข้าว ขี้เลื่อย ไส้นุ่น เป็นต้น จึงเป็นเห็ดอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อพัฒนาเป็นเห็ดเพาะปลูกทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่มีอากาศหนาวเย็น โดยอาจทำถุงก้อนเชื้อในช่วงฤดูร้อน และเปิดให้ออกดอกในช่วงฤดูหนาว

เอกสารอ้างอิง

นิฤมล ลิมปิโชติพงษ์. 2543. ผลของอุณหภูมิและแสงต่อการเจริญและการสลายตัวของเห็ดโคนน้อย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

วรพล สุรพัฒน์. 2545. ผลของแสงต่อการผลิตเห็ดโคนน้อย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2538. หลักการผลิตเห็ด. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2539a. การเพาะเห็ดป่า : VI เห็ดหูหนู (*Auricularia* spp.). ว.สงขลานครินทร์ วทท. 18(3): 253-265.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2539b. การเพาะเห็ดป่า : VII เห็ดตีนแรด (*Tricholoma crassum* (Berk.) Sacc.) ว. สงขลานครินทร์ วทท. 18(4): 397-406.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2540. การเพาะเห็ดป่า : IX เห็ดถั่ว (*Coprinus fimentarius* Fr.). ว. สงขลานครินทร์ วทท. 19(1): 13-22.

อานนท์ เอื้อตระกูล. 2518-19. การเพาะเห็ดถั่ว. ว. เห็ดสยาม 2(314) : 87 - 100.

อานนท์ เอื้อตระกูล. 2541. การเพาะเห็ดโคนน้อย (เห็ดถั่ว). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คมชัด.

Arora, D. 1986. Mushrooms Demystified, 2nd ed. Ten Speed Press, Berkeley, CA. 959 pp.

Consigny, T. 2003. Yasei Kinoko-Wild Mushrooms of Japan. [online]. Available from: http://www.kamimoku.com/index_fungi.html (18/04/2005)

Danell, E. 1994. *Cantharellus cibarius* : Mycorrhiza Formation and Ecology. Acta Univ. Ups., Comprehesive Summaries of Uppsala Dissertation from the Faculty of Science and Technology 35. 75 pp. Uppsala. ISBN 91-554-3273-5.

Dijkstra, F. I. J. 1976. Submerged cultures of mushroom mycelium as sources of protein and flavour compounds. [online]. Available from: http // www.Fransdijkstra.nl/diss/dis_sum.htm. (21/08/2005)

Hawksworth, D.L., Kirk, P. M., Sutton, B.C. and Pegler, D.N. 1995. Ainworth & Bisby's Dictionary of the Fungi, 8th ed. CAB International, Cambridge,UK. 616 pp.

Kues, U. 2000. Life history and developmental process in the Basidiomycete Coprinus cinereus. Microbiology and Molecular Biology Reviews. June 2000: 316-353. [online]. Available from: http://mmbr.asm.org/cgi/content/full/64/2/316 (23/07/2005)

Kurtzman, Jr., R.H. 1978. *Coprinus fimentarius*. In Chang.S.T. and Hayes, W.A. (eds) The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. Academic Press, New York. P. 393-408.

Largent, D., Johnson, D., and Watling, R. 1977. How to Identify Mushroom to Genus ? Microscopic Feature. Mad River Press, Eureka. 148 pp.

Largent, D.L., and Theirs, H.D. 1977. How to Identify Mushrooms to Genus II: Field Identification of Genera. Mad River Press, Eureka. 32 pp.

Mueller, J.C., Gawley, J.R. and Hayes, W.A. 1985. Cultivation of the shaggy mane mushroom (*Coprinus comatus*) on cellulosic residues from pulp mills. Mushroom Newsletter for the Tropics 6(1): 15-20.

Stamets, P. 1993. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Ten Speed Press. Berkeley. 552 pp.

Stamets, P. and Chilton, J.S. 1983. The Mushroom Cultivator: A Practical Guide to Growing Mushroom at Home. Agarikon Press, Washington. 415 pp.

Volk, T. 2004. Tom Volk's Fungus of the Month for May 2004 : Coprinus comatus, shaggy mane. [online]. Available from: http://www.TomVolk Fungi.net (18/08/2005)